Nhóm dạy môn

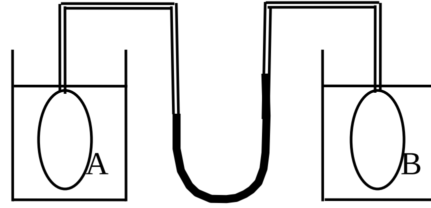
Vật lý phân tử và nhiệt học

Bài tập môn vật lý phân tử và nhiệt học

Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia HàNội 1998

Chương I. Nhiệt độ và nguyên lý số không của nhiệt động lực học

1. Một nhiệt kế đặc biệt cấu tạo bởi hai bình chứa khí, mỗi bình có thể đặt trong một chậu nước riêng (Hình 1.1). Hiệu áp suất trong hai bình được đo bằng áp kế thuỷ ngân như hình vẽ. Hai bình phụ (không vẽ) giữ cho thể tích khí trong hai bình chính của nhiệt kế đã nói ở trên luôn không đổi. Khi hai bình cùng ở nhiệt độ của điểm ba của nước, hiệu áp suất bằng không. Đưa một bình vào một chậu nước đang sôi, hiệu áp suất là 120 mmHg. Nếu đưa bình này vào nơi cần đo nhiệt độ, hiệu áp suất là 90 mmHg. Hỏi nhiệt độ cần đo là bao nhiêu?



Hình 1.1

Đáp số: 348 K

2. Nhiệt điện trở bán dẫn là một linh kiện có điện trở thay đổi theo nhiệt độ và thường được dùng để làm máy đo nhiệt độ dùng trong y tế. Trong miền nhiệt độ sử dụng, điện trở của nó cho bởi công thức:

$$R = R_a . e^{B(1/T - 1/T_a)}$$

trong đó: R là điện trở ở nhiệt độ T, R_a là điện trở ở nhiệt độ T_a, B là hằng số phụ thuộc loại vật liệu bán dẫn.

Hỏi khi R = 100 Ω thì nhiệt độ bằng bao nhiêu ? Biết rằng B = 4689 K, T_a = 273 K, $R_a = 1,00 \times 10^4$ Ω.

Đáp số: 373 K

3. Trong thang nhiệt độ (nhiệt giai) X, nước sôi ở -53,5 °X và đóng băng ở - 170 °X. Hỏi nếu nhiệt độ là 340 K thì ở thang nhiệt độ X sẽ là bao nhiêu °X ?

Đáp số: 91,9 °X

4. Trong khoảng nhiệt độ từ điểm nóng chảy của nước đá đến 700°C, người ta dùng nhiệt kế điện trở Platin (Pt) để suy ra nhiệt độ trong thang nhiệt độ quốc tế. Nhiệt độ Celsius T_C được tính theo điện trở R bằng công thức:

$$R = R_0 (1 + AT_C + BT_C^2)$$

trong đó R_0, A, B là các hằng số xác định từ điểm nóng chảy của nước đá, điểm sôi của nước và điểm nóng chảy của kẽm (Zn).

a) Cho rằng: R = 10,000 Ω ở điểm nóng chảy của nước đá, R = 13,946 Ω ở điểm sôi của nước và R = 24,172 Ω ở điểm nóng chảy của kẽm (419,5 ^{o}C), hãy xác định R_0, A và B.

b) Vẽ đồ thị R theo T_C trong miền từ 0 đến 700 °C.

Đáp số: R_0 = 10,000 Ω, B = $-1,78.10^{-6}$ $(^oC)^{-1}$, A = $4,1.10^{-3}(^oC)^{-2}$

5. Quan sát thường ngày, ta thấy các vật nóng lạnh khác nhau, để tự nhiên đều dần dần đạt đến nhiệt độ phòng. Khi chênh lệch giữa nhiệt độ của vật và nhiệt độ phòng $\Delta T = (Tvật - Tphòng)$ không quá lớn, tốc độ thay đổi chênh lệch nhiệt độ theo thời gian tỷ lệ với chênh lệch nhiệt độ như sau:

$$\frac{d}{dt}(\Delta T) = -A \cdot \Delta T \qquad \text{(định luật Newton)}$$

trong đó A là hằng số.

a) Đại lượng A phụ thuộc vào những yếu tố nào ?

b) Lúc $t = 0$, $\Delta T = \Delta T_0$. Chứng minh rằng: $\Delta T = \Delta T_0 e^{-At}$

6. Một ngày mà nhiệt độ ngoài trời là 7°C, khi lò sưởi trong nhà bị tắt, sau 1 giờ thì nhiệt độ trong nhà giảm từ 22°C xuống 18°C. Chủ nhà sửa lò sưởi, và làm thêm tường cách nhiệt và nhận thấy trong một lần tương tự, nhiệt độ giảm từ 22°C xuống 18°C sau 2 giờ. Hỏi hằng số A của định luật Newton (trong bài tập 5) đã thay đổi thế nào khi thêm tường cách nhiệt ?

Đáp số: $A_1 = 0{,}31\ h^{-1}$, $A_2 = 0{,}155\ h^{-1}$

7. Một nhiệt kế thuỷ ngân (vỏ thuỷ tinh) đặt trong nước sôi ít lâu rồi được rút ra ngoài. Sau khi rút ra nhiệt độ đọc trên nhiệt kế ở các thời điểm khác nhau được ghi trên bảng 1.1. Cho rằng định luật Newton áp dụng được, hãy vẽ đồ thị biểu diễn A (xem bài tập 5) theo thời gian, và khẳng định lại định luật Newton có thể áp dụng được trong miền nào khi làm lạnh ?

Bảng 1.7

t (giây)	*T* (°C)	*t* (giây)	*T* (°C)	*t* (giây)	*T* (°C)
0	98,4	40	61,6	500	27,8
5	76,1	50	59,4	700	26.5
10	71,1	70	55,4	1000	26,1
15	67,7	100	50,3	1400	26,0
20	66,4	150	43,7	2000	26,0
25	65,1	200	38,8	3000	26,0
30	63,9	300	32,7		

8. Ở 25 °C, một thỏi thép ($\alpha_1 = 11.10^{-6}\ K^{-1}$) có đường kính 3,000 cm, và một vòng đồng thau ($\alpha_2 = 18.10^{-6}\ K^{-1}$) có đường kính 2,992 cm. Hỏi ở nhiệt độ nào có thể lồng được vòng đồng thau vào thỏi thép?

Đáp số: 408,58 °C

9. Khi nhiệt độ của một khối trụ kim loại tăng từ 0,0°C đến 100°C, chiều dài của nó tăng 0,23 %. Hỏi khối lượng riêng của nó thay đổi bao nhiêu phần trăm và kim loại đó là kim loại gì ?

Đáp số: $\frac{\Delta\rho}{\rho} = -0,69\%$ *, nhôm*

10. Một quả lắc đồng hồ làm bằng Invar ($\alpha = 0,7.10^{-6}\ K^{-1}$) có chu kỳ 0,5 giây ở nhiệt độ 20 °C. Nếu đồng hồ này dùng tại một nơi có nhiệt độ trung bình là 30 °C, thì sau 30 ngày ta phải chỉnh lại giờ như thế nào?

Đáp số: Tăng lên 9 s

11. Một đồng hồ quả lắc bằng đồng thau ($\alpha = 18.10^{-6}\ K^{-1}$) chạy đúng ở 20 °C. Hỏi ở 0,0 °C, mỗi giờ nó sai mấy giây ?

Đáp số: Nhanh 0,65 s

12. Số chỉ giờ của một số đồng hồ điện được làm ổn định bằng một bản dao động thạch anh ($\alpha = 0,5.10^{-6}\ K^{-1}$), có tần số tỷ lệ nghịch với căn bậc hai chiều dài của nó. Hỏi nếu đồng hồ chạy đúng ở 25,0 °F thì ở - 40 °F và + 120 °F đồng hồ sẽ chạy nhanh hoặc chậm thế nào, biết rằng bản thạch anh dài 8,00 mm.

Đáp số: Nhanh 0,03 s, chậm 0,05 s

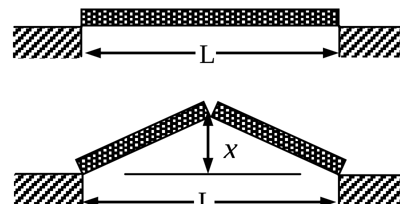
13. a) Chứng minh rằng nếu chiều dài của hai thanh vật liệu rắn khác nhau tỷ lệ nghịch với hệ số nở dài của chúng ở cùng một nhiệt độ ban đầu, thì hiệu chiều dài của chúng sẽ luôn không đổi khi nhiệt độ thay đổi.

b) Tính chiều dài của một thanh sắt ($\alpha = 12.10^{-6}\ K^{-1}$) và một thanh đồng thau ($\alpha = 18.10^{-6}\ K^{-1}$) ở 0°C, biết rằng hiệu chiều dài của chúng luôn luôn là 0,30 m ở mọi nhiệt độ.

Đáp số: 0,6 m và 0,9 m

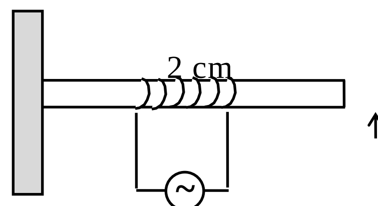
14. Một thanh có một vết nứt ở giữa bị vênh lên như hình vẽ 1.14 do nhiệt độ tăng lên thêm 32°C. Cho biết khoảng cách giữa hai đầu cố định là 3,77 m và hệ số nở dài là ($\alpha = 25.10^{-6}\ K^{-1}$). Hãy tính khoảng cách x mà điểm giữa của thanh bị nâng lên.

Đáp số: 0,075 m



Hình 1.14

15. Trong một số thí nghiệm người ta phải di chuyển nguồn phóng xạ với vận tốc rất nhỏ. Để làm như vậy người ta đặt nguồn ở đầu một thanh nhôm ($\alpha = 23.10^{-6}\ K^{-1}$), đầu kia kẹp chặt, và điều khiển việc đốt nóng một đoạn ở giữa thanh nhôm (Hình 1.15). Tùy vào tốc độ tăng nhiệt độ của đoạn bị đốt, tốc độ dịch chuyển nguồn có thể thay đổi được.



Hình 1.15

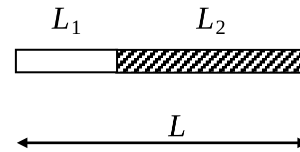
Cho rằng phần đốt nóng hiệu dụng dài 2,00 cm. Hãy xác định tốc độ tăng nhiệt độ của đoạn bị đốt, biết rằng tốc độ dịch chuyển của nguồn phóng xạ là 100 nm/s.

Đáp số: 0,217 K/s

16. Một ống thuỷ tinh dài 1,28 m đặt thẳng đứng, chứa đầy một nửa bởi một chất lỏng ở 20 °C. Hỏi chiều cao của cột chất lỏng thay đổi thế nào khi ta nung nóng ống lên nhiệt độ 30 °C; cho biết hệ số nở dài của thuỷ tinh là $\alpha_{tt} = 10.10^{-6}$ K^{-1}, hệ số nở khối của chất lỏng là $\beta_L = 4,0.10^{-5}$ K^{-1}.

Đáp số: 0,13 mm

17. Một thanh cấu tạo bởi một đoạn vật liệu 1 có chiều dài L_1 và hệ số nở dài α_1 nối với một đoạn vật liệu 2 có chiều dài L_2 và hệ số nở dài α_2 (Hình 1.17). Thanh được tạo thành có chiều dài $L = L_1 + L_2$.



Hình 1.17

a) Chứng minh rằng hệ số nở dài hiệu dụng của thanh α được xác định bởi công thức:

$\alpha = (\alpha_1 L_1 + \alpha_2 L_2)/ L$

b) Thiết kế một thanh, dùng vật liệu thép ($\alpha_1 = 11.10^{-6}$ K^{-1}) và đồng thau ($\alpha_2 = 18.10^{-6}$ K^{-1}), có chiều dài L = 52,4 cm và hệ số nở dài hiệu dụng là $\alpha = 13,0.10^{-6}$ K^{-1}.

Đáp số: 37,4 cm và 15 cm

18. Ba thanh thẳng bằng nhôm ($\alpha = 23.10^{-6}$ K^{-1}), thép ($\alpha_1 = 11.10^{-6}$ K^{-1}) và Invar ($\alpha = 0,7.10^{-6}$ K^{-1}) được đóng lại (bằng đinh) thành một tam giác đều ở nhiệt độ 20,0 °C. Hỏi đến nhiệt độ nào thì góc nhìn cạnh Invar là 59,95° ?

Đáp số: 65,5 ^{o}C

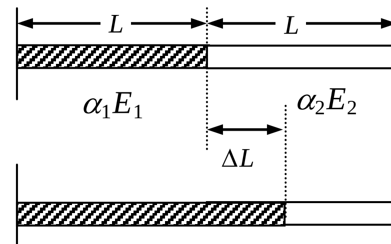
19. Hai thanh vật liệu khác nhau có cùng chiều dài L và tiết diện A được đặt nối liền nhau trong một bộ giá cứng cố định (Hình 1.19). Ở nhiệt độ T trên các thanh không có ứng suất.

a) Khi đốt nóng thêm ΔT, hãy chứng minh rằng mặt ghép của hai thanh bị dịch chuyển đoạn ΔL

$$\Delta L = \left[\frac{\alpha_1 . E_1 - \alpha_2 . E_2}{E_1 + E_2}\right] \cdot L \cdot \Delta T$$

trong đó α_1, α_2 là hệ số nở dài; E_1, E_2 là suất Young của hai loại vật liệu. Bỏ qua sự thay đổi tiết diện các thanh.

b) Tính ứng suất trên mặt ghép khi đốt nóng.



Hình 1.19

Đáp số: $\sigma = \dfrac{E_1E_2\Delta T(\alpha_1+\alpha_2)}{E_1+E_2}$

20. Một khối lập phương bằng nhôm ($\alpha = 23.10^{-6}$ K^{-1}) có cạnh 20,0 cm nổi trên thuỷ ngân. Hỏi khối đó chìm sâu thêm xuống thuỷ ngân bao nhiêu khi nhiệt độ tăng từ 270 K đến 320 K. (Hệ số nở khối của thuỷ ngân là $\beta = 1{,}80.10^{-4}$ K^{-1}). Cho biết khối lượng riêng của nhôm là ρ_1 = 2,79 g/cm^3 và của thủy ngân là ρ_2 = 13,6 g/cm^3.

Đáp số: 0,266 mm

Chương II. Nhiệt và nguyên lý thứ nhất nhiệt động lực học

1. Một nhiệt biểu khối lượng 0,0550 kg, nhiệt dung riêng 0,837 kJ/kg·K đang chỉ 15,0°C. Nó được nhúng vào 0,300 kg nước. Khi cân bằng nhiệt với nước, nhiệt kế chỉ 44,4°C. Hỏi nhiệt độ của nước trước khi nhúng nhiệt biểu vào là bao nhiêu?

Đáp số: 45,5 ^oC

2. Một lực sĩ định dùng cách cử tạ để giảm trọng lượng cơ thể.
a) Hỏi anh ta phải nâng bao nhiêu lần quả tạ 80 kg lên cao 1 m để tiêu được 1 lb mỡ, biết rằng khi đốt 1 lb (453,6 g) mỡ sẽ toả ra 3500 kcal.
b) Mỗi động tác nâng tạ diễn ra trong 2,00 giây. Hỏi anh ta phải tốn bao nhiêu thời gian?

Đáp số: 18668 lần, 37336 s = 10 h 23 phút

3. Một xe ôtô khối lượng 1500 kg đang chạy với vận tốc 90 km/h, được hãm cho đến khi dừng lại trên một quãng đường 80 m với một gia tốc không đổi và xe không trượt. Tính tốc độ toả nhiệt trung bình trên má phanh.

Đáp số: -73,242 kJ/s

4. Một người chồng muốn giúp vợ đun nước mà không cần bếp, bằng cách cho nước vào phích và xóc. Giả sử lượng nước trong phích là 500 cm^3 ở 59 °F. Anh ta xóc 30 lần trong một phút. Mỗi lần xóc, phích nước được đẩy sang ngang một khoảng 30 cm. Hỏi trong bao lâu nước trong phích sẽ sôi? (Khi tính bỏ qua nhiệt dung của phích).

Đáp số: 549,1 h

5. Bộ đun nước nóng dùng năng lượng mặt trời cấu tạo bởi một tấm kim loại dùng làm bộ thu nhiệt và các ống nhỏ đặt sát với tấm kim loại ấy. Nước từ ống chảy ra thành nước nóng được trữ trong bình chứa. Cho rằng hiệu suất toàn phần của hệ là 20 %, hãy tính diện tích của bộ thu nhiệt để mỗi giờ hệ này cung cấp nhiệt cho 200 lít nước để nhiệt độ của nước tăng từ 20 °C lên 40 °C. Cho biết năng lượng trung bình của bức xạ mặt trời là 700 W/m^2.

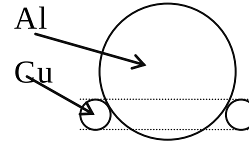
Đáp số: 33,22 m^2

6. Trộn 500 g nước trà nóng (c = 4,186 J/kg.K) với 500 g nước đá (λ = 333 kJ/kg) và đợi cho đến khi nhiệt độ của hỗn hợp đồng đều. Xác định nhiệt độ của hỗn hợp và lượng nước đá còn lại trong hai trường hợp sau:

a) Nhiệt độ của nước trà là 70 °C.
b) Nhiệt độ của nước trà là 90 °C.

Đáp số: a) $T = 5{,}26\ ^oC$, $m = 0$, b) $T = 0\ ^oC$, $m = 0{,}0625$ g

7. Một quả cầu nhôm ($\alpha_1 = 23.10^{-6}$ K^{-1}, $C_1 = 900$ J/kg.K) với đường kính chính xác 1,00200 inch ở nhiệt độ 100,0 °C được đặt lên một vòng đồng ($\alpha_2 = 19.10^{-6}$ K^{-1}, $C_2 = 387$ J/kg.K) khối lượng 20,0 g với đường kính 1,00000 inch ở nhiệt độ 0,00 °C (Hình 2.7). Khi chúng cân bằng nhiệt thì quả cầu vừa đúng lọt qua vòng đồng. Tính khối lượng của quả cầu, cho rằng nhiệt mất qua không khí là không đáng kể.



Hình 2.7

Đáp số: $m_1 = 26{,}2$ g

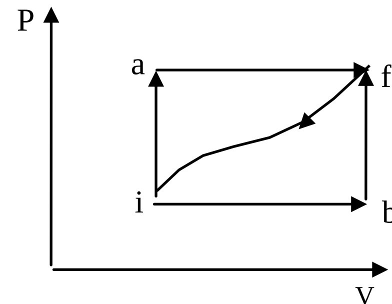
8. Hai khối kim loại cách ly với môi trường xung quanh. Khối thứ nhất có khối lượng $m_1 = 3{,}16$ kg, nhiệt độ $T_1 = 17{,}0$ °C, và nhiệt dung riêng lớn gấp bốn lần nhiệt dung riêng của khối thứ hai. Khối thứ hai ở nhiệt độ $T_2 = 47{,}0$ °C và có hệ số nở dài là $\alpha = 15{,}0.10^{-6}$ K^{-1}. Cho hai khối tiếp xúc với nhau. Khi chúng cân bằng nhiệt thì diện tích một mặt của khối thứ hai giảm 0,0300 %. Tìm khối lượng của khối thứ hai.

Đáp số: $m_2 = 25{,}28$ g

9. Khi một hệ được đưa từ trạng thái i đến trạng thái f theo đường iaf (Hình 2.9), nó trao đổi nhiệt lượng $Q_{iaf} = 50$ cal và công $A_{iaf} = 20$ cal. Nếu quá trình xảy ra theo đường ibf, thì $Q_{ibf} = 36$ cal.

a) Tính công A_{ibf} khi quá trình xảy ra theo đường ibf.
b) Nếu trong quá trình trở về fi công trao đổi là $A_{fi} = -13$ cal thì nhiệt lượng trao đổi Q_{fi} là bao nhiêu?
c) Cho rằng nội năng của hệ ở trạng thái i là $U_i = 10$ cal. Tính nội năng U_f của hệ ở trạng thái f.
d) Cho rằng nội năng của hệ ở trạng thái b là $U_b = 22$ cal. Tính nhiệt lượng trao đổi Q_{ib} và Q_{bf} trong quá trình ib và bf.

Đáp số: $A_{ibf} = 6$ cal, $Q_{fi} = -43$ cal, $U_f = 40$ cal, $Q_{ib} = 18$ cal, $Q_{bf} = 18$ cal



Hình 2.9

10. Một xylanh được đậy kín bằng một pittông khối lượng 2,0 kg, tiết diện 2,0 cm^2 (Hình 2.10). Trong xylanh chứa nước và hơi nước ở nhiệt độ không đổi. Do nhiệt truyền qua thân xylanh, pittông rơi dần xuống với vận tốc 0,30 cm/s, khi ấy một số hơi nước sẽ ngưng tụ trên thành trong



Hình 2.10

xylanh. Khối lượng riêng của hơi nước trong xylanh là $6{,}0.10^{-4}$ g/cm^2, và áp suất khí quyển là 1 atm.

a) Tính tốc độ ngưng tụ hơi nước v_{ng}.

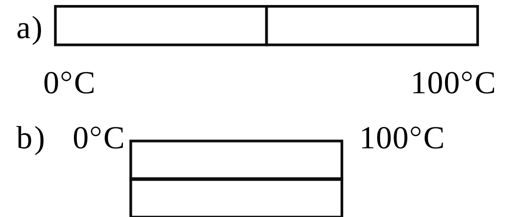
b) Tính tốc độ truyền nhiệt từ xylanh ra ngoài v_q.

c) Tính tốc độ thay đổi nội năng của hơi nước và nước trong xylanh v_u.

Đáp số: $v_{ng} = 3{,}6.10^{-4}$ g/s, v_q = - 0,8120 J/s, v_u = - 0,692 J/s

11. Hệ gồm hai thỏi hình hộp chữ nhật giống nhau, được hàn vào nhau như hình 2.11a. Một lượng nhiệt 10 J truyền qua hệ (trạng thái dừng) trong 2,0 phút. Hỏi nếu chúng hàn với nhau như hình 2.11b thì muốn truyền được 10 J qua hệ cần thời gian là bao nhiêu ?

Đáp số: 30 s



Hình 2.11

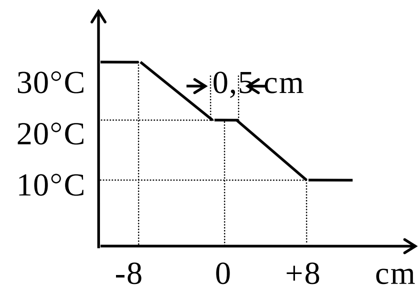
12. Hai cánh cửa cao 2 m, rộng 0,75 m. Cửa thứ nhất làm bằng nhôm dày 1,5 mm, và kính dày 3,0 mm; diện tích kính chiếm 75% diện tích cửa, còn khung cửa chiếm diện tích không đáng kể. Cửa thứ hai làm bằng gỗ thông, dày 2,5 cm.

Tính tốc độ truyền nhiệt qua hai cửa ấy, biết rằng chênh lệch nhiệt độ ở hai bên cửa là 33 °C. Hệ số dẫn nhiệt của nhôm, kính và gỗ lần lượt là k_1 = 235 W/m·K, k_2 = 1,0 W/m·K, k_3 = 0,11 W/m·K.

Đáp số: 1951 W, 217,8 W

13. Hình 2.13 biểu diễn sự phân bố nhiệt độ không khí ở hai phía của một tấm cửa kính trong một ngày lặng gió. Kích thước tấm kính cửa sổ là: 60 cm × 60 cm × 0,50 cm. Nhiệt lượng truyền theo phương vuông góc với tấm kính từ các điểm cách mặt kính 8 cm ở trong nhà đến các điểm cách mặt kính 8 cm phía ngoài trời.

a) Tính tốc độ truyền nhiệt qua tấm kính, cho rằng sụt nhiệt độ trên tấm kính là rất nhỏ.

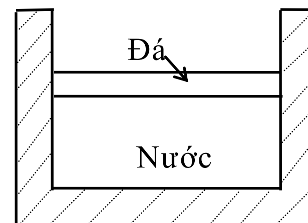


Hình 2.13

b) Tính hiệu nhiệt độ ở hai mặt tấm kính. Cho biết hệ số dẫn nhiệt của không khí là k_1 = 0,022 W/m·K, của kính là k_2 = 1,000 W/m·K.

Đáp số: 0,014 K

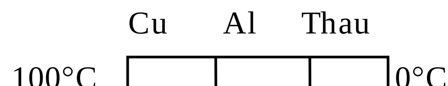
14. Một bể nước ở ngoài trời trong xứ lạnh. Vào mùa rét, trên mặt nước có lớp băng dày 5 cm (Hình 2.14) và không khí trên mặt băng ở nhiệt độ -10°C. Tính tốc độ tạo thành băng ở mặt đáy lớp băng cho rằng nhiệt chỉ trao đổi với bên ngoài qua lớp băng. Hệ số dẫn nhiệt của băng là 0,004 cal/s·cm·K và khối lượng riêng của băng là 0,92 g/cm^3. Cho biết nhiệt nóng chảy của đá là 333 kJ/K



Hình 2.14

Đáp số: 0,39 cm/h

15. Ba thỏi kim loại bằng đồng, nhôm và đồng thau dài 6,00 cm đường kính 1,00 cm được đặt nối tiếp nhau với thỏi nhôm ở giữa. Đầu ngoài của thỏi đồng và thỏi đồng thau được giữ ở nhiệt độ nước sôi và nước đá đang tan (Hình 2.15).



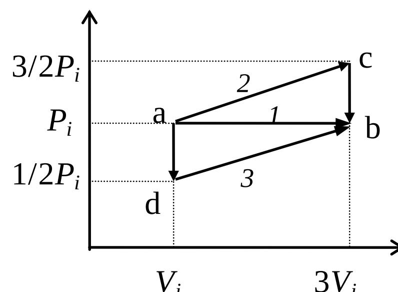
Hình 2.15

Tìm nhiệt độ của các chỗ nối giáp đồng-nhôm và nhôm-đồng thau. Hệ số dẫn nhiệt của đồng thau là 109 W/m·K, của đồng là 401 W/m·K.

Đáp số: 84,34 ^oC, 57,62 ^oC

16. Một mẫu khí thay đổi từ trạng thái đầu a đến trạng thái cuối b theo ba quá trình khác nhau vẽ trên giản đồ *PV* (Hình 2.16). Nhiệt mà khí nhận được trong quá trình 1 là 10 p_iV_i. Tính nhiệt cung cấp cho khí trong quá trình 2 (theo p_iV_i) và biến thiên nội năng của khí trong quá trình 3.

Đáp số: 10,5 P_iV_i,, 8 P_iV_i



Hình 2.16

17. Phải thả bao nhiêu viên nước đá, mỗi viên 20 g ở nhiệt độ -10°C vào 1 lít nước trà ở 90°C để được nước trà ở 10 ^oC? Cho rằng đá đã tan hết, và nhiệt dung riêng của nước trà và của nước là như nhau C_n = 4186 J/kg.K, nhiệt dung riêng của đá là $C_đ$ = 2220J/kg.K, nhiệt nóng chảy của đá là 333 kJ/K.

Đáp số: 42 viên

18. Một lượng khí thể tích 1 m^3 dãn nở đến 2 m^3. Trong quá trình dãn nở thể tích và áp suất liên hệ với nhau bằng phương trình $p = a\cdot V^2$, trong đó a = 10 N/m^8. Tính công trong quá trình dãn nở ấy.

Đáp số: 23,3 J

Chương III: Thuyết động học chất khí

1. Nếu bôi đều 1 g nước lên trên toàn bộ bề mặt trái đất thì có bao nhiêu phân tử nước trên 1 cm^2 ?

Đáp số: 6504 phân tử/cm^2

2. Một nhà khoa học đã phát biểu một câu rất nổi tiếng:"Số phân tử nước trong một chữ của câu này không những đủ để chia cho mỗi người trên hành tinh này một phân tử, mà còn đủ để chia cho mỗi người trong toàn bộ thiên hà, nếu mỗi sao trong thiên hà có một hành tinh có người như trái đất ". Kiểm tra lại lời phát biểu này. Cho rằng mực có μ = 18 g/mol, mỗi chữ cần 1 μg mực, dân số trên trái đất là 5 tỷ người, số sao trên thiên hà là 10^{11}.

Đáp số: Không đủ chia

3. Áp suất P, thể tích V, và nhiệt độ T của một chất khí cho bởi công thức:

$$P = \frac{aT - bT^2}{V}$$

Tính công do chất khí ấy sinh ra khi dãn nở đẳng áp từ nhiệt độ T_1 đến T_2.

Đáp số: $A = a(T_2 - T_1) - b(T_2^2 - T_1^2)$

4. Một khối 0,14 m^3 không khí ở áp suất $1{,}02.10^5$ Pa dãn nở đẳng nhiệt đến áp suất khí quyển rồi được làm lạnh đẳng áp đến thể tích ban đầu. Tính công mà chất khí sinh ra.

Đáp số: 0,33 J

5. Một quả bóng thám không bơm H_2 (chưa căng) ở áp suất 1 atm (= 76 cmHg) và nhiệt độ 20 °C có thể tích khí là 2,2 m^3. Khi bay lên đến độ cao 20.000 Ft, áp suất khí còn 38 cmHg và nhiệt độ là 48°C, bóng vẫn chưa căng. Tính thể tích của khí lúc này.

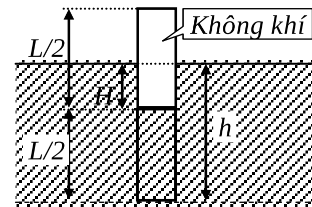
Đáp số: 4,82 m^3

6. Một bọt khí thể tích 20 cm^3 ở đáy hồ sâu 40 m, nhiệt độ 4,0 °C. Bọt nổi lên mặt nước ở nhiệt độ 20 °C. Tính thể tích bọt khí nở đều trên mặt nước, cho rằng nó có nhiệt độ của nước ở xung quanh.

Đáp số: 104,5 cm^3

7. Một ống dài L = 25,0 m chứa không khí ở áp suất khi quyển, ống có một đầu hở. Khi đầu hở được úp thẳng đứng xuống chậu nước (Hình 3.7) thì nước dâng lên đến 1/2 ống. Hỏi đầu dưới ống cách mặt nước bao nhiêu? Cho rằng nhiệt độ nước đồng đều.

Đáp số: 22,8 m

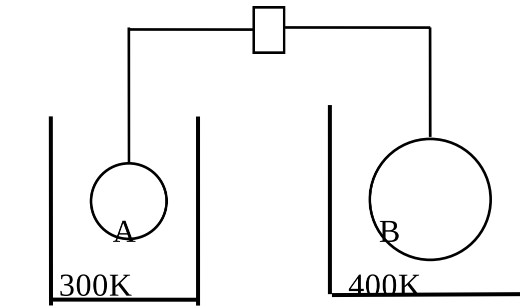


Hình 3.7

8. Một bình thép chứa 300 g khí NH_3 ở áp suất $1{,}35.10^6$ Pa tại nhiệt độ 77 °C. Tính thể tích bình. Sau một thời gian người ta kiểm tra lại thấy áp suất còn $8{,}7.10^5$ Pa ở nhiệt độ 22 °C. Hỏi đã có bao nhiêu gam khí rò ra ngoài ?

Đáp số: 0,038 m^3, 71 g

9. Một hệ gồm hai bình A và B chứa khí lý tưởng cùng loại, được nối với nhau bằng 1 ống nhỏ (Hình 3.9). Thể tích bình B lớn gấp 4 lần bình A. Áp suất khí trong bình A là $5,0.10^5$ Pa và nhiệt độ khí là 300 K. Áp suất khí trong bình B là $1,0.10^5$ Pa và nhiệt độ khí là 400 K. Khi mở van thông hai bình cho áp suất cân bằng nhưng vẫn giữ nhiệt độ hai bình như cũ thì áp suất trong hệ bằng bao nhiêu ?



Hình 3.9

Đáp số: 2.10^5 Pa

10. Ở nhiệt độ 273 K và áp suất $1,00.10^{-2}$ atm, khối lượng riêng của một chất khí là $1,24.10^{-5}$ g/cm^3.

a) Tính vận tốc v_{rms} của phân tử.

b) Tính khối lượng phân tử của khí, nó là loại khí gì?

Đáp số: 494,3 m/s, 0,028 kg/mol, Nitơ

11. Khối lượng của phân tử H_2 là $3,3.10^{-24}$g. Nếu 10^{23} phân tử H_2 đập vào 2,0 cm^2 thành bình dưới góc 55° (so với pháp tuyến) trong một giây, thì áp suất chúng gây ra trên thành bình là bao nhiêu, biết rằng vận tốc của phân tử là $1,0.10^5$ cm/s.

Đáp số: 1890 Pa

12. Ở 32,0 °C nước bay hơi vì mất một số phân tử trên mặt thoáng. Nhiệt hoá hơi của nước (539 cal/g) xấp xỉ bằng $N\varepsilon$, trong đó ε là năng lượng trung bình của phân tử thoát khỏi mặt thoáng, N là số phân tử trong 1 gam.

a) Xác định năng lượng ε.

b) Tính tỷ số của ε và động năng trung bình của phân tử, cho rằng động năng này tính bằng cùng công thức đối với phân tử khí lý tưởng.

Đáp số: $6,74.10^{-20}$ J, 5,35

13. a) Tính nhiệt độ mà vận tốc v_{rms} của phân tử hydrô và oxy bằng vận tốc đủ để chúng thoát khỏi mặt đất.

b) Tính tương tự như trên cho trường hợp mặt trăng, biết rằng gia tốc trọng trường ở bề mặt trăng nhỏ hơn gia tốc trọng trường trên bề mặt trái đất 0,16 lần, bán kính mặt trăng là $1,74.10^6$ m.

c) Tầng cao của khí quyển có nhiệt độ 1000 K. Hỏi trên đó có nhiều hydrô hay oxy?

Đáp số: $1,61.10^5$ K, 10073 K, 7011 K, 438 K, oxy nhiều hơn

14. Hai bình chứa khí ở cùng nhiệt độ. Bình thứ nhất chứa khí ở áp suất P_1, phân tử có khối lượng m_1, vận tốc toàn phương trung bình v_{rms}. Bình thứ hai chứa khí ở áp

suất $2P_1$, phân tử có khối lượng m_2 và vận tốc trung bình $\bar{v}_2 = 2v_{rms}$. Tính tỷ số m_1/m_2?

Đáp số: 4,71

15. Một lượng khí lý tưởng đơn nguyên tử gồm n mol ở nhiệt độ ban đầu T_1. Áp suất và thể tích được làm tăng dần đến giá trị gấp đôi được biểu diễn bằng một đường thẳng trên giản đồ PV.

a) Hãy tính công A, nhiệt lượng Q và biến thiên nội năng ΔU trong quá trình đó

b) Nhiệt dung phân tử của quá trình ấy bằng bao nhiêu?

Đáp số: $A = \frac{3}{2}nRT_1,\ \Delta U = \frac{9}{2}nRT_1, Q = 6nRT_1,\ C = 2R$

16. Một bình chứa hỗn hợp ba khí không phản ứng với nhau: n_1 phân tử gam khí 1, nhiệt dung phân tử đẳng tích C_1 và v.v... Tính nhiệt dung phân tử của hỗn hợp theo nhiệt dung phân tử của từng loại khí và hàm lượng của chúng.

Đáp số: $C_V = \frac{n_1C_{V1} + n_2C_{V2} + n_3C_{V3}}{n_1 + n_2 + n_3}$

17. Khối lượng của phân tử khí có thể tính được dựa trên nhiệt dung riêng đẳng tích C_V. Lấy C_V = 0,075 cal/g·C° đối với argon. Hãy tính:

a) Khối lượng của 1 nguyên tử argon.

b) Khối lượng 1 mol của argon.

Đáp số: m = 6,6.10^{-23} *g,* μ *= 40 g*

18. Khối lượng nguyên tử của Iốt là 127 g/mol. Sóng đứng với tần số là 1000 Hz trong một ống chứa đầy hơi Iốt ở 400 K có các nút cách nhau 6,77 cm. Hỏi Iốt là khí đơn nguyên tử hay lưỡng nguyên tử?

Đáp số: Lưỡng nguyên tử

19. Cho biết nhiệt dung mol đẳng tích của một chất khí là $C_V = 2,5R$. Hãy tính tỷ số vận tốc truyền âm trong chất khí ấy và vận tốc toàn phương trung bình v_{rms} của các phân tử khí ở nhiệt độ T.

Đáp số: 0,68

20. a) Một khí lý tưởng ở áp suất ban đầu P_0, dãn nở đoạn nhiệt tự do (không sinh công) đến thể tích gấp 3 lần thể tích ban đầu. Tính áp suất của khí sau khi dãn nở.

b) Chất khí sau đó được nén đoạn nhiệt rất chậm về thể tích ban đầu. Áp suất sau khi nén là $(3,00)^{1/3}P_0$. Hỏi khí ấy là đơn nguyên tử, lưỡng nguyên tử hay đa nguyên tử?

c) Tính tỷ số động năng trung bình của một phân tử ở trạng thái đầu và trạng thái cuối.

Đáp số: $P_0/3$*, khí đa nguyên tử,* $3^{-1/3}$

21. Một khí lý tưởng bị nén đoạn nhiệt từ áp suất P = 1 atm, thể tích $V = 1.10^6$ lít, nhiệt độ T = 0,0 °C đến thể tích $V = 1,0.10^3$ lít và áp suất P = 10 atm.

a) Hỏi chất khí ấy là đơn nguyên tử, lưỡng nguyên tử hay đa nguyên tử?

b) Tính nhiệt độ cuối cùng của khí.

c) Tính số mol của khối khí ấy.

d) Tính động năng của chuyển động tịnh tiến của 1 mol khí trước và sau khi nén.

e) Tính tỷ số của v_{rms}^2, trước và sau khi nén.

Đáp số: Khí đơn nguyên tử, 27300 K, $4,465.10^4$ mol, $3,4.10^3$ J, $3,4.10^5$ J , 0,01

22. Một lượng khí lý tưởng có thể tích, áp suất và nhiệt độ ban đầu là V_0, P_0 và T_0. Khí có thể dãn nở đến thể tích V_1 bằng các đường: a) đẳng áp, b) đẳng nhiệt, c) đoạn nhiệt. Vẽ các quá trình đó trên giản đồ PV. Trong ba quá trình ấy, quá trình nào có nhiệt lượng trao đổi, công trao đổi, biến thiên nội năng lớn nhất?

Đáp số: Đẳng áp

23. Một động cơ nhiệt dùng 1 mol khí lý tưởng thực hiện chu trình 1231 (Hình 3.23) trong đó 12 là đẳng tích, 23 là đoạn nhiệt và 31 là đẳng áp. Cho biết T_1 = 300 K, T_2 = 600 K, T_3 = 455 K.

a) Chứng minh rằng đây là khí đơn nguyên tử

b) Tính nhiệt lượng Q, công trao đổi A, biến thiên nội năng ΔU trong từng quá trình và trong cả chu trình.

c) Áp suất ở trạng thái 1 là 1 atm, tính áp suất và thể tích ở các trạng thái 2 và 3.

Đáp số: A_{12} = 0 J, A_{23} = 1807,425 J, A_{31}=-1288,05 J, A=519,375 J, Q_{12} =3739,5 J Q_{23} = 0 J, Q_{31} =- 3220,125 J, Q = 519,375 J, ΔU_{12} = 3739,5 J, ΔU_{23} = -1807,425 J, ΔU_{31} = -1932,075 J, ΔU = 0 J, $V_2 = 2,5.10^{-2}$ m^3, P_2 = 2 atm, $V_3 = 3,7.10^{-2}$ m^3, P_3 = 1 atm

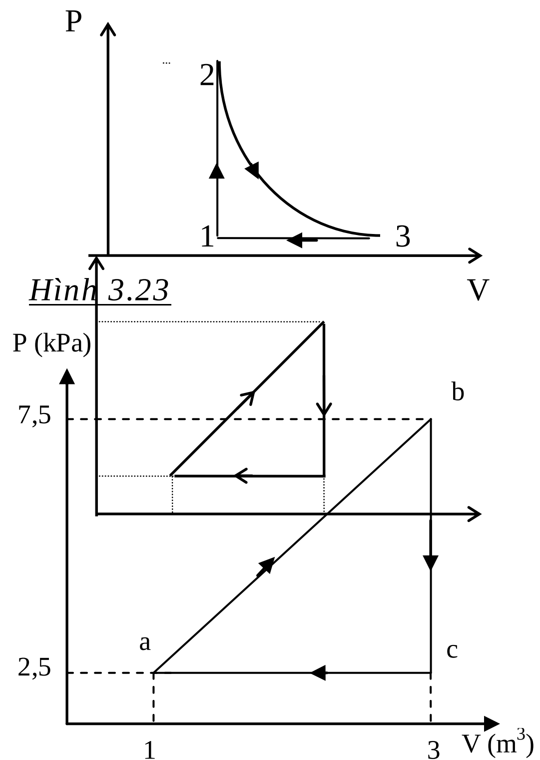
24. Một khối khí lý tưởng thực hiện một chu trình được vẽ trên giản đồ PV (Hình 3.24). Nhiệt độ của khí ở điểm a là 200 K.

a) Khối khí ấy là bao nhiêu mol?

b) Xác định nhiệt độ của khí ở b và ở c.

c) Nhiệt lượng tổng cộng đã cung cấp cho khối khí trong một chu trình.

Đáp số: n =1,5, $T_b = 1,8.10^3$ K, $T_c = 0,6.10^3$ K, Q = 5000 J



Hình 3.23

Hình 3.24

25. Một khối khí lý tưởng đơn nguyên tử ban đầu ở 300 K được nén đẳng áp từ thể tích 3 m^3 đến thể tích 1,8 m^3. Trong quá trình này, khí nhả ra một nhiệt lượng bằng 75 J. Tính biến thiên nội năng của khí và nhiệt độ cuối cùng của nó.

Đáp số: -45 J, 180 K

26. Trong động cơ của một xe máy, nhiên liệu cháy khi pittông ở vị trí cao nhất trong xylanh, khi đó chất khí dãn nở đoạn nhiệt và đẩy pittông đi xuống. Tính công suất trung bình của quá trình dãn nở ấy của động cơ, biết rằng nó thực hiện 4000 chu kỳ một phút, áp suất ngay sau khi nhiên liệu cháy là 15 atm, thể tích của xylanh khi pittông ở cao nhất là 50 cm^3, khi ở thấp nhất là 250 cm^3. Chất khí trong xylanh xem như khí lưỡng nguyên tử và thời gian dãn nở của khí là 1/2 chu kỳ. (Tính kết quả ra KW và mã lực).

Đáp số: W = 12,02 kW = 16,35 hp

Chương IV. Các hiện tượng động học trong chất khí

1. Tính quãng đường tự do trung bình λ và thời gian τ giữa 2 va chạm đối với:

a) Các phân tử hydro ở các điều kiện thường ($d = 2,35.10^{-10}$ m).

b) Các proton của các tia vũ trụ trong hệ Thiên hà .

Giả sử rằng mật độ trung bình của khí giữa các vì sao là 10^4 hạt/m^3. Vận tốc của các hạt vũ trụ gần bằng vận tốc ánh sáng. Khối lượng của 1 proton trên thực tế bằng khối lượng của một nguyên tử hydro. Bán kính proton là $r \approx 10^{-13}$cm.

Đáp số: $1,66.10^{-7}$ m, $9,3.10^{-11}$ s và $5,6.10^{24}$ m, 6.10^{8} năm

2. Tính quãng đường tự do trung bình λ và thời gian τ giữa 2 va chạm của các phân tử oxy ($d = 2,95.10^{-10}$ m)ở áp suất 0,2 mPa và nhiệt độ 17 °C.

Đáp số: 51,92 m, 0,12 s

3. Có bao nhiêu va chạm giữa các phân tử xảy ra trong một giây, trong 1 cm^3 hydro ($d = 0,27.10^{-9}$ m), nếu khối lượng riêng của hydro là $8,5.10^{-2}$ kg/m^3 và nhiệt độ là 0 °C?

Đáp số: $1,81.10^{29}$ va chạm/(cm^3.s)

4. Trong một bình có thể tích 2,53 lít chứa khí cacbonic ($d = 4.10^{-10}$ m). Nhiệt độ khí là 127 °C, áp suất là 15,0 kPa. Tìm số phân tử N trong bình và số va chạm Z giữa các phân tử trong 1 giây.

Đáp số: $N = 6,876.10^{21}$, $Z = 2,91.10^{30}$

5. Tính phỏng chừng áp suất giữa các thành của một bình Dewar (chân không sẽ thấp hơn áp suất đó). Khoảng cách giữa các thành bình là 10 mm, nhiệt độ là 20 °C. Cho biết đường kính phân tử khí $d = 3,7.10^{-10}$ m.

Đáp số: 0,67 (N/m^2)

6. Tính tần số sóng âm sao cho bước sóng của nó trong không khí bằng quãng đường tự do trung bình của oxy ở 1,0 atm và 0,0 °C. Đường kính của phân tử oxy là $3,0.10^{-8}$ cm.

Đáp số: $3,57.10^{9}$ Hz

7. Quãng đường tự do λ của phân tử khí Argon và Nitơ ở nhiệt độ 20,0 °C và áp suất 75 cmHg lần lượt là λ_1(Argon) = $9,9.10^{-6}$ cm, λ_2(Nitơ) = $27,5.10^{-6}$ cm.

a) Tính tỷ số bán kính phân tử của N_2 và Ar.

b) Tính quãng đường tự do trung bình của Ar ở 20 °C, 15 cmHg và ở 40 °C, 75 cmHg.

Đáp số: 0,6, $4,95.10^{-5}$ cm, $9,2.10^{-6}$ cm

8. Tìm sự phụ thuộc theo áp suất của quãng đường tự do trung bình λ và số va chạm Z trong 1 giây của các phân tử khí lý tưởng, nếu khối lượng khí không đổi và

khí thực hiện các quá trình: a) đẳng tích, b) đẳng nhiệt, c) đoạn nhiệt. Đường kính hiệu dụng của các phân tử coi như không đổi.

Đáp số: Đẳng tích: $\lambda = const$, $Z \sim P^{1/2}$, *Đẳng nhiệt:* $\lambda \sim P^{-1}$, $Z \sim P$,

Đoạn nhiệt: $\lambda \sim P^{-1/\gamma}$, $Z \sim P^{1+\gamma/2\gamma}$

9. Tìm sự phụ thuộc vào nhiệt độ của quãng đường tự do trung bình λ và số va chạm z trong 1 giây, của các phân tử khí lý tưởng nếu khối lượng khí không đổi và khí thực hiện các quá trình: a) đẳng tích, b) đẳng áp, c) đoạn nhiệt. Đường kính hiệu dụng của các phân tử coi như không đổi.

Đáp số: Đẳng tích: $\lambda = const$, $Z \sim T^{1/2}$, *Đẳng áp:* $\lambda \sim T$, $Z \sim T^{-1/2}$,

Đoạn nhiệt: $\lambda \sim T^{-1/\gamma-1}$, $Z \sim T^{1+\gamma/2(\gamma-1)}$

10. Tính quãng đường tự do trung bình λ và hệ số khuếch tán D của các ion trong plasma hydro. Nhiệt độ của plasma là 10^7 K, số ion trong 1 cm^3 plasma bằng 10^{15}. Ở nhiệt độ trên, tiết diện hiệu dụng của một ion hydro coi như bằng $4.10^{-20}cm^2$.

Đáp số: 178 m; $2,73.10^7$ m^2/s

11. Hệ số truyền nhiệt χ của oxy ở nhiệt độ 100 °C bằng $3,25.10^{-2}$ W/m·K. Tính hệ số nội ma sát η của oxy ở nhiệt độ đó.

Đáp số: 5.10^{-5} Pa.s

12. Hệ số nội ma sát η của khí cacbonic ở những điều kiện chuẩn đã được biết là η = 14 μPa·s. Tính quãng đường tự do λ của các phân tử CO_2 và hệ số khuếch tán D ở những điều kiện chuẩn (T_0 = 0 °C ; P_0 = 1 atm và V_0 = 0,0224 m^3).

Đáp số: λ = $5,9.10^{-8}$ m, D = $7,13.10^{-6}$ m^2/s

13. Áp suất của một khí lý tưởng lưỡng nguyên tử sau khi bị nén tăng gấp 10 lần. Xác định tỷ số quãng đường tự do trung bình λ của các phân tử và tỷ số hệ số nội ma sát η của khí sau và trước khi bị nén. Khảo sát các trường hợp nén: a) đẳng nhiệt, b) đoạn nhiệt. Giả sử các phân tử là rắn và đường kính hiệu dụng của các phân tử không đổi.

Đáp số: Đẳng nhiệt 0,1 và 1; Đoạn nhiệt 0,1930 và 1,389

14. Không gian giữa 2 bản lớn song song chứa đầy hêli. Khoảng cách giữa các bản là l = 50 mm. Một bản được giữ ở nhiệt T_1 = 20 °C, bản kia ở nhiệt độ T_2 = 40 °C. Tính mật độ thông lượng nhiệt q. Áp suất trong chất khí là P = 100 kPa. Cho biết đường kính phân tử hêli bằng 2.10^{-10} m.

Đáp số: -19,8 W/m^2

15. Một thanh được bọc một vỏ cách nhiệt và một đầu của nó tiếp xúc nhiệt với một bình điều nhiệt có nhiệt độ T_1, còn đầu thứ 2 tiếp xúc với một bình điều nhiệt có nhiệt độ T_2 ($T_1 > T_2$). Thanh gồm 2 phần có các chiều dài l_1 và l_2 và các hệ số dẫn nhiệt là χ_1 và χ_2. Tìm mật độ thông lượng nhiệt q và gradient nhiệt độ dT/dx trong mỗi phần của thanh.

Đáp số: $q = \dfrac{\chi_1\chi_2(T_1 - T_2)}{l_1\chi_1 + l_2\chi_2}$, $gradT_1 = \dfrac{-\chi_2(T_1 - T_2)}{l_1\chi_1 + l_2\chi_2}$, $gradT_2 = \dfrac{-\chi_1(T_1 - T_2)}{l_1\chi_1 + l_2\chi_2}$

16. Trong không gian giữa 2 bản lớn đặt song song với nhau chứa một môi trường có hệ số dẫn nhiệt biến đổi với nhiệt độ theo quy luật $\chi = \chi_0/T$, trong đó χ_0 là hằng số đối với môi trường đã cho. Các nhiệt độ T_1 và T_2 của các bản được giữ không đổi

($T_1 > T_2$). Khoảng cách giữa các bản là l. Tìm mật độ thông lượng nhiệt q và nhiệt độ T trong môi trường theo x là khoảng cách được tính từ bản có nhiệt độ T_1.

Đáp số: $T = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{x}{l}}.T_1$

Chương V. Entropy và nguyên lý thứ hai nhiệt động lực học

1. Một máy hóa lỏng Heli đặt trong phòng nhiệt độ 300 K. Nếu Heli lỏng trong máy ở nhiệt độ 4 K, giá trị nhỏ nhất của tỷ số giữa nhiệt lượng toả ra trong phòng và nhiệt lượng lấy từ Hêli là bao nhiêu?

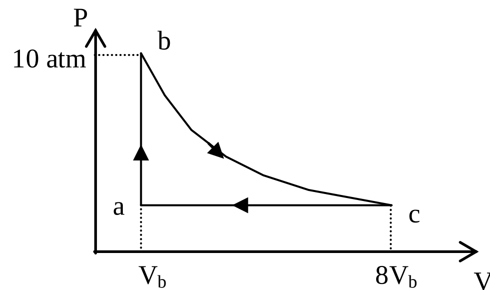
Đáp số: 75

2. Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử thực hiện chu trình vẽ trên hình 5.2. Quá trình bc là dãn nở đoạn nhiệt, P_b = 10 atm, V_b = $1,00.10^{-3}$ m^3 và $V_c = 8V_b$.

a) Tính nhiệt lượng mà khí nhận được và khí nhả ra trong một chu trình.

b) Tính công sinh ra trong một chu trình.

c) Tính hiệu suất của chu trình.



Hình 5.2

Đáp số: 1452,6 J; 546,7 J; 905,9 J; 62,36 %

3.Một mol khí lý tưởng đơn nguyên tử, thoạt đầu ở nhiệt độ 300 K. Nó được hơ nóng đẳng tích đến nhiệt độ 600 K, rồi cho dãn nở đẳng nhiệt đến áp suất ban đầu. Sau cùng nó được làm lạnh đẳng áp đến nhiệt độ và thể tích ban đầu.

a) Tính nhiệt lượng cung cấp cho hệ trong một chu trình và công sinh ra trong một chu trình.

b) Tính hiệu suất của chu trình.

Đáp số: 7195 J, 693 J, 13,4 %

4. Một máy lạnh thuận nghịch lấy nhiệt từ trong phòng, nhiệt độ 23 °C và truyền nó ra khí trời ở 45 °C. Hỏi mỗi Jun điện tiêu thụ thì lấy được bao nhiêu Jun nhiệt lượng trong phòng?

Đáp số: 13,45 J

5. Người ta dùng một bơm nhiệt (máy lấy nhiệt từ môi trường) truyền nhiệt vào trong nhà để sưởi nhà. Nhiệt độ ngoài trời là 5 °C, nhiệt độ trong toà nhà là 22 °C. Mỗi giờ bơm cung cấp 1,8 Mcal nhiệt cho toà nhà. Hỏi công suất tối thiểu của động cơ dùng để chạy bơm ấy.

Đáp số: 0,12 kw

6. Một tổ hợp tuabin thuỷ ngân-hơi nước, gồm hai tầng. Tầng thứ nhất chạy bằng hơi thuỷ ngân bão hoà ở 876 °F và nhả nhiệt ra để đốt nóng một nồi hơi ở 460 °F. Hơi nước ở nồi hơi này dùng để chạy một tầng tuabin thứ hai và nhả nhiệt ra buồng ngưng hơi ở 100 °F. Tính hiệu suất tối đa của tổ hợp này.

Đáp số: 58 %

7. Một động cơ Carnot công suất 500 W chạy giữa hai nguồn nhiệt, nhiệt độ 100 °C và 60 °C. Tính tốc độ nhận nhiệt và nhả nhiệt của động cơ theo kcal/giây.

Đáp số: 1,11 kcal/s; 0,99 kcal/s

8. Một máy lạnh chạy bằng môtơ công suất 200 W. Buồng lạnh ở nhiệt độ 270 K, không khí bên ngoài ở 300 K. Cho rằng máy lạnh là máy lý tưởng, tính nhiệt lượng lấy từ buồng lạnh trong 10 phút.

Đáp số: 1080 kJ

9. Hai thỏi đồng khối lượng bằng nhau, m = 850 g, được thả chung vào một hộp cách nhiệt với bên ngoài. Nhiệt độ của khối thứ nhất là 325 K và củakhối thứ hai là 385 K. Nhiệt dung riêng của đồng là 0,386 J/g·K.

a) Tính nhiệt độ của hai khối khi đã cân bằng nhiệt.

b) Tính biến thiên Entropy của hai khối trong quá trình trao đổi nhiệt ấy.

Đáp số: 355 K; 2,35 J/K

10. Thả một cục nước đá khối lượng *m* = 235 g ở 0 °C vào bể nước (môi trường) cũng ở 0 °C. Nhiệt độ được giữ nguyên không đổi khi đá tan.

a) Tính biến thiên Entropy của cục nước đá khi nó tan hết.

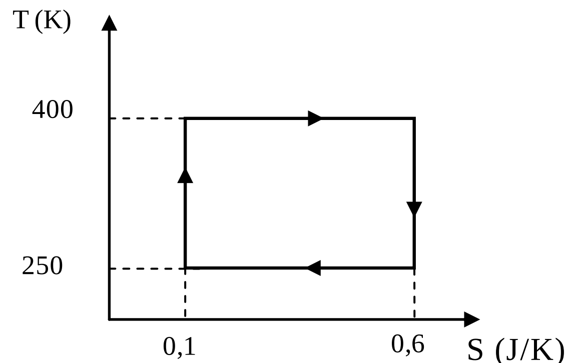
b) Tính biến thiên Entropy của môi trường trong trường hợp này.

c) Nếu bể nước ở 4°C và sau khi đá tan hết nhiệt độ tăng lên đến 4 °C thì biến thiên Entropy của hệ là bao nhiêu? Biến thiên Entropy của môi trường là bao nhiêu?

Đáp số: 286,6 J/K; -286,6 J/K; 301 J/K; -296 J/K

11. Chứng minh rằng trên giản đồ TS chu trình Carnot là một hình chữ nhật. Hãy tính hiệu suất, nhiệt hấp thụ và công sinh ra bởi một chu trình Carnot vẽ trên hình 5.11

Đáp số: 37,5 %; 200 J; 75 J



Hình 5.11

12. Một người quảng cáo rằng anh ta đã thiết kế xong một động cơ đặc biệt. Nếu cung cấp cho nó 110 MJ ở 415 K, nó sẽ nhả 50 MJ trong nguồn lạnh ở 212 K và sinh ra một công bằng 16,7 kW·h. Anh có nên hùn vốn vào để sản xuất loại động cơ ấy không?

Đáp số: Không

13. Một người lập luận như sau: đốt củi trong lò sưởi (nhiệt độ trong lò sưởi là 700 K) để sưởi một phòng ở nhiệt độ thường thì lãng phí. Ta nên dùng củi cho chạy một động cơ nhiệt, dùng công sinh ra của động cơ này cho chạy một máy lạnh làm lạnh ngoài trời, và quạt hơi nóng vào trong nhà thì sẽ lợi hơn về năng lượng. Anh nghĩ thế nào về lập luận ấy? Hãy tính toán định lượng trong trường hợp nhiệt độ ngoài trời là 10 °C và nhiệt độ trong nhà là 20 °C.

Đáp số: đúng, lợi 17 lần

14. Một tủ lạnh (thuận nghịch) có nhiệt độ buồng lạnh là -5 °C, nhiệt độ dàn nóng là 40 °C. Công suất động cơ điện là 100 W (cho rằng hiệu suất động cơ là 100 %). Vỏ tủ lạnh có diện tích là 2 m^2, làm bằng ba lớp:

+ Lớp thép dày 1 mm, hệ số dẫn nhiệt k_1 = 100 W/m·K.

+ Lớp bông thuỷ tinh dày 4 cm, hệ số dẫn nhiệt k_2 = 0,05 W/m·K.

+ Lớp nhựa dày 2 mm, hệ số dẫn nhiệt k_3 = 0,24 W/m·K.

Hỏi khi cắm điện liên tục tủ lạnh sẽ chạy trong bao nhiêu phần trăm thời gian.

(*Ghi chú*: Trong trạng thái dừng tủ lạnh thường sẽ chạy một thời gian rồi lại nghỉ một thời gian).

Đáp số: 17 %

15. Một tủ lạnh thuận nghịch không dùng động cơ, hoạt động với ba nguồn nhiệt:

1- Nguồn nóng là một bếp điện nhiệt độ 600 °C.

2- Môi trường nhiệt độ 20 °C.

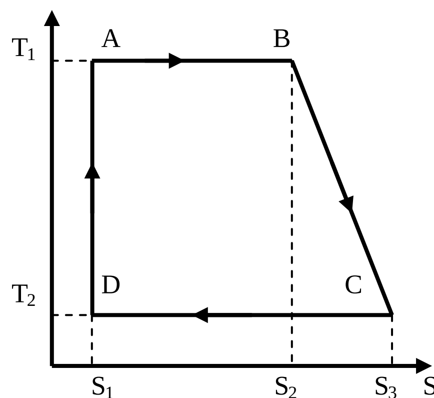
3- Buồng lạnh nhiệt độ 0 °C.

Hỏi muốn làm 1 kg nước đá từ nước ở 20 °C thì cần bao nhiêu điện năng ?

Đáp số: 0,012 kW.h

16. Một hệ gồm n mol khí lưỡng nguyên tử thực hiện một chu trình gồm các quá trình AB, BC, CD, DA như trong hình 3. Hãy tính công hệ sinh ra, nhiệt hệ nhận được và biến thiên nội năng của hệ trong từng quá trình theo các giá trị nhiệt độ T_1, T_2 và các giá trị Entropi S_1, S_2, S_3 của hệ.

Đáp số: $Q_{AB}=T_1(S_2-S_1)$, $\Delta U_{AB}=0$, $A_{AB}=T_1(S_2-S_1)$,
$Q_{BC}=0,5(T_1+T_2)(S_3-S_2)$, $\Delta U_{BC}=2,5nR(T_2-T_1)$,
$A_{BC}=0,5(T_1+T_2)(S_3-S_2)-2,5nR(T_2-T_1)$,
$Q_{CD}=T_2(S_1-S_3)$, $\Delta U_{CD}=0$, $A_{CD}=T_2(S_1-S_3)$,
$Q_{DA}=0$, $\Delta U_{DA}=2,5nR(T_1-T_2)$, $A_{DA}=2,5nR(T_2-T_1)$.



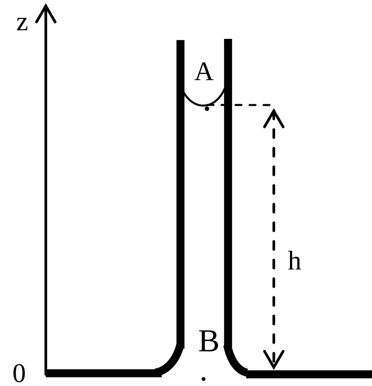
Hình 5.16

Chương VII. Chất lỏng

1. Một ống mao dẫn thẳng đứng có bán kính *r* được nhúng một đầu vào một chất lỏng dính ướt. Tìm qui luật biến đổi áp suất P trong ống mao dẫn theo độ cao *z*. Xác định áp suất ở các điểm A và B? Hệ số sức căng mặt ngoài, góc bờ và áp suất khí quyển tương ứng bằng α, θ và P_0.

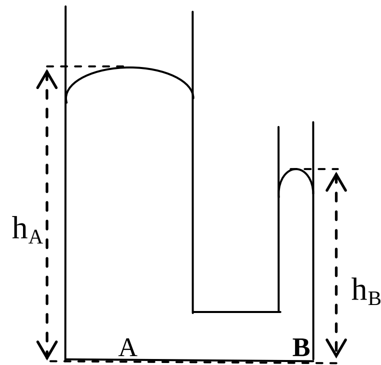
Đáp số: $P(z) = P_0 - \dfrac{2\alpha\cos\theta}{rh} z$; $P_B=0$;

$$P_A = P_0 - \frac{2\alpha\cos\theta}{r}$$



Hình 7.1

2. Các nhánh của một ống hình chữ U đặt thẳng đứng đều là các ống mao dẫn có bán kính r_1 = 0,25 mm và r_2 = 0,5 mm. Thuỷ ngân được rót vào ống sao cho chiều cao của cột thuỷ ngân trong nhánh rộng là 23 cm. Tính hiệu số mức thuỷ ngân Δh trong các nhánh của ống và áp suất cực đại *p* của thuỷ ngân trên thành ống. Góc bờ là θ = 138°. Áp suất khí quyển là 100 kPa.



Hình 7.2

Đáp số: 10,9 mm; 132,14 kPa

3. Tính độ tăng năng lượng mặt ngoài trong quá trình hợp nhất hai giọt thuỷ ngân giống nhau làm một. Giả sử rằng quá trình xảy ra ở nhiệt độ không đổi. Bán kính của các giọt trước khi hợp nhất là *r* = 2,5 mm.

Đáp số: $-15,87.10^{-6}$ *J*

4. Cần thực hiện một công bằng bao nhiêu để phân chia một giọt chất lỏng hình cầu bán kính *R* thành hai giọt như nhau.

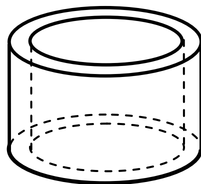
Đáp số: $0,036\pi\sigma R^2$

5. Trên mặt nước người ta đặt kim có bôi mỡ (để cho khỏi bị nước làm ướt). Kim có thể có đường kính là bao nhiêu để nó được giữ trên mặt nước. Khối lượng riêng của thép là ρ = 7,7 g/cm^3.

Đáp số: $d \le 1{,}569.10^{-3} m$

6. Cần phải dùng một lực bằng bao nhiêu để nâng một vòng khuyên bằng nhôm đặt nằm ngang trên mặt nước (Hình 7.6) có đường kính trong d_1 = 50 mm, đường kính ngoài d_2 = 52 mm, chiều cao *h* = 100 mm ra khỏi mặt nước? Biết rằng khối lượng riêng của nhôm là ρ = 2,8 g/cm^3, suất căng mặt ngoài của nước α = 0,073 N/m. Có

bao nhiêu phần trăm lực cần tìm ở trên đã dùng để thắng lực căng mặt ngoài của nước?



Hình 7.6

Đáp số: 0,469 N; 5%

Chương 6. Khí thực

1. Tính áp suất của một mol khí Ar ở 300 K, thể tích 1 lit trong các trường hợp sau:
   - Cho rằng khí là khí lý tưởng
   - Có tính đến số hiệu chỉnh về áp suất, bỏ qua số hiệu chỉnh về thể tích riêng của các phân tử khí
   - Có tính đến số hiệu chỉnh về thể tích riêng của các phân tử khí nhưng bỏ qua số hiệu chỉnh về áp suất
   - Có tính đến số hiệu chỉnh về áp suất và số hiệu chỉnh về thể tích riêng của các phân tử khí.

Cho biết các số hiệu chỉnh Van der Vaals đối với khí Ar là $a = 1,3\ l^2.atm/mol^2$ và $b = 0,03\ l/mol$

2. Sử dụng công thức Van der Vaals tính áp suất của một hệ khí CO_2 có khối lượng m = 1,1 kg chứa trong thể tích V = 20 lít, tại nhiệt độ 13 ^oC. So sánh với kết quả tính cho khí lý tưởng ở cùng điều kiện.

Cho biết các số hiệu chỉnh Van der Vaals đối với khí CO_2 là $a=3,6\ l^2.atm/mol^2$ và $b = 0,043\ l/mol$.

3. Tính nhiệt độ của khí CO_2 tại áp suất 70 atm khi khối lượng riêng của khí là 100 g/l. So sánh với trường hợp khí lý tưởng.
4. Một bình có thể tích 20 lit chứa 80 mol một loại khí. Tại nhiệt độ 14 ^oC áp suất khí là 90 atm, tại 63 ^oC áp suất khí là 109 atm. Tính số hiệu chỉnh Van der Vaals *a* và *b* đối với khí đó.
5. Giả sử điều kiện thể tích 1 mol $V_0 >> b$ thỏa mãn đối với các đường đẳng nhiệt Van der Vaals.

   a) Chứng minh rằng tại nhiệt độ $T > a/Rb$ áp suất chất khí lớn hơn so với trường hợp khí lý tưởng? tại nhiệt độ $T < a/Rb$ áp suất chất khí nhỏ hơn so với trường hợp khí lý tưởng?

   b) Hỏi tại nhiệt độ nào các quá trình đẳng nhiệt xảy ra trong khí này giống như trong khí lý tưởng? Tìm nhiệt độ đó đối với CO_2 và H_2.

6. Khí dãn nở đẳng nhiệt (T = 27 ^oC). Giả sử rằng điều kiện thể tích 1 mol $V_0 >> b$ thỏa mãn. Hãy sử dụng công thức Van der Vaals để tính công khí sinh ra trong quá trình dãn nở 1 mol khí từ 1,5 l đến 15 l trong hai trường hợp: khí là N_2 (a= 1,35 $l^2.atm/mol^2$ *và* b = 0,04 *l/mol*) và khí là H_2 (a= 0,24 $l^2.atm/mol^2$ *và* b = 0,026 *l/mol*).
7. Hãy tính áp suất tới hạn và nhiệt độ tới hạn của Ar.
8. Tìm các hằng số a và b trong phương trình Van der Vaals đối với CO_2 cho biết áp suất tới hạn p_K = 73 atm và nhiệt độ tới hạn T_K = 31,1 ^oC.